

AP20 Rec'd PCT/PTO 12 JUN 2006

**"Ballistischer Schutzpanzer sowie ballistischer
Schutzhelm und Schutzweste"**

1

Die vorliegende Erfindung betrifft einen ballistischen Schutzpanzer gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie einen entsprechenden ballistischen
5 Schutzhelm sowie eine Schutzweste.

Ballistische Schutzpanzer der hier vorliegenden Art sind Bestandteil ballistischer Schutzkleidung oder Kopfbedeckungen, wie etwa militärischer Helme, schußsicherer Westen und dergleichen. Aus Gründen der
10 Gewichtsersparnis werden solche Schutzpanzer in der Regel aus technischen Geweben wie hochmolekularem Polyethylen, Aramid oder anderen hochfesten Garnen hergestellt. Einzelne Gewebelagen werden mit Hilfe einer Klebematrix laminiert, indem ein Kleber, ein Harz oder eine Folie zwischen den einzelnen textilen Lagen aufgebracht wird und das gesamte Lagenpaket anschließend
15 verpreßt wird, so dass ein Textillaminat entsteht.

Abhängig von den Materialeigenschaften der für die textilen Lagen verwendeten Garne, den verschiedenen Webarten und Gewebegewichte sowie dem Harz- bzw. Klebstoffanteil in der Verbindungsmatrix können die
20 Eigenschaften des Schutzpanzers variiert werden. Abgesehen von der Gestaltfestigkeit, d.h., der Widerstandsfähigkeit gegenüber Verformungen, die insbesondere bei Schutzhelmen von Bedeutung ist, spielt naturgemäß die Widerstandsfähigkeit gegenüber einem aufprallenden Projektil oder Splitter eine herausragende Rolle. Das aufschlagende Geschosß übt außer einer Kraft
25 in der Schichtungsrichtung, die im folgenden als Z-Richtung bezeichnet werden soll, auch Kräfte in den Richtungen aus, die innerhalb der Lagenebene liegen, d.h., in der X- und Y-Richtung senkrecht zur Z-Richtung. Diese Kräfte werden durch die Garne oder Fasern der textilen Lagen aufgenommen, während die Kräfte in Z-Richtung durch die Verklebung der
30 textilen Lagen aufgenommen werden. Das bedeutet, dass die Klebekraft der Matrix entscheidend dazu beiträgt, einen Durchschlag des Geschosses zu verhindern.

Es ist möglich, die textilen Gewebelagen vollständig in die Matrix einzubetten, so dass die Klebekraft der Lagen aneinander sehr hoch wird. Im
35 allgemeinen führen die beim Geschosßaufprall auftretenden Kräfte in X- und Y-Richtung zu einer Dehnung der Gewebefasern und zu einer

1 Energieabsorption. Hierbei kann eine Ausbeulung des Schutzpanzers in der
Aufprallrichtung eintreten. Wird jedoch eine bestimmte Kraft bzw. Längung
der Fasern überschritten, so werden die Fasern schlagartig abgeschert, und
das Geschoß durchschlägt die entsprechende Lage. Dieser Abschereffekt wird
5 durch eine vollständige Einbettung des Gewebes in die Harz- oder
Klebstoffmatrix begünstigt, da hierdurch die Möglichkeit der Fasern zur
Längsausdehnung beschränkt wird. Der Widerstand gegen eine Perforation
des Panzers wird somit verringert. Von diesem Effekt abgesehen, führt ein
hoher Harz- oder Klebstoffanteil zu einer Erhöhung des Gewichts des
10 Schutzpanzers.

Daher wurden Versuche unternommen, ballistische Schutzpanzer mit
verringertem Harzauftrag zwischen den textilen Schichten zu konstruieren.
Hierdurch kann Gewicht eingespart werden, und die Energieabsorption in-
15 nerhalb der einzelnen textilen Lagen wird erhöht, da die Gewebefasern, die
nicht in die Matrix eingebettet sind, sich ungehindert dehnen können. Ande-
rerseits wird der Halt der Lagen untereinander verringert. Daher tritt beim
Projektileinschlag folgender Effekt auf: Durch den Abschereffekt werden die
äußeren textilen Lagen vom Projektil glatt durchschlagen, welches sich hier-
20 bei stark verformt. Die darauf folgenden Lagen fangen das Projektil, dessen
kinetische Energie an diesem Punkt bereits stark verringert ist, durch die
Dehnung der Fasern innerhalb der textilen Lagen ab. Hierbei entsteht eine
starke Ausbeulung dieser Fanglagen des Laminats zur Innenseite des Schutz-
panzers, da sich die Fanglagen von den perforierten Lagen durch den vermin-
25 derten Harzauftrag leichter ablösen und eine Delamination zwischen diesen
Schichten auftritt. Der starke Ausbeulungseffekt kann jedoch beim Träger
der ballistischen Schutzkleidung starke Verletzungen hervorrufen. Beispiels-
weise kann sich der Träger eines ballistischen Schutzhelms, der durch einen
Geschoßeinschlag stark nach innen verformt wird, Kopfverletzungen zuzie-
30 hen.

Bei der Konstruktion eines herkömmlichen ballistischen Schutzpanzers muß
also einerseits der eingangs beschriebene Effekt der vollständigen Perforati-
on, andererseits jedoch auch eine übermäßige Verformung der inneren
35 Schichten des Textillaminats verhindert werden. Dies geschieht durch geeig-
nete Abstimmung der Dehnungseigenschaften des Textilgewebes und des
Harz- bzw. Klebstoffanteils, so dass die Lastaufnahme in den unterschiedli-

1 chen Richtungen vorbestimmt werden kann. Dies ist jedoch nur in eingeschränktem Maße möglich, da zum einen die Bedingungen bei der Herstellung des Schutzpanzers schwer reproduzierbar sind und zum anderen der Delaminationseffekt beim Ablösen der sich verformenden Fanglagen von den
5 perforierten Lagen schlagartig und nahezu unkontrollierbar auftritt. Insbesondere wird die Wahl des Harz- oder Klebstoffanteils in der Verbindungsmatrix durch diese Umstände außerordentlich erschwert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen ballistischen Schutzpanzer der eingangs genannten Art zu schaffen, der Durchschläge von Projektilen oder auftreffenden Splintern zuverlässig verhindert, gleichzeitig jedoch den oben beschriebenen Verformungseffekt auf der der Beschußseite gegenüberliegenden Innenseite des Panzers auf ein akzeptables Maß reduziert, während das Gewicht des Schutzpanzers möglichst gering gehalten wird.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen ballistischen Schutzpanzer mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Der erfindungsgemäße ballistische Schutzpanzer umfaßt eine Anzahl draht- oder fadenförmiger Verbinder, die sich in der Schichtungsrichtung durch das Textillaminat hindurch erstrecken, d.h. in der Richtung der Flächennormalen, die senkrecht auf den textilen Lagen steht. Diese Verbinder bieten den einzelnen textilen Lagen des Laminats zusätzlichen Halt aneinander, indem zusätzlich zu der bekannten Klebmatrix eine weitere mechanische Verbindung geschaffen wird. Durch Wahl einer geeigneten Zugfestigkeit bzw. Elastizität der Verbinder ist es möglich, die Perforations- und Verformungseigenschaften des Textillaminats und seine Widerstandsfähigkeit gegenüber einem Projektileinschlag zu verbessern.

30 Insbesondere wird der oben beschriebene Ausbeulungseffekt der beim Projektilaufprall verformten inneren Fanglagen des Laminats stark verringert, da die Verbinder starke Zugkräfte in der Beschußrichtung aufnehmen können und ein unkontrolliertes Abreißen der Lagen voneinander (Delamination) verhindern können. Vielmehr wird der Delaminationseffekt auf das unmittelbare
35 Umfeld des Beschußkanals begrenzt. In diesem Bereich sind die Zugkräfte auf die Verbinder so hoch, dass diese reißen und sich die inneren Fanglagen ablösen können. In den Richtungen innerhalb der Lagen, d.h. in den Richtun-

1 gen senkrecht zur Schichtungsrichtung, nimmt die Kraft schließlich so weit
ab, bis sie die zum Zerreißen der Verbinder erforderliche Kraft unterschreitet,
so dass lediglich eine Dehnung der Verbinder auftritt. Hier kann zwar ein Ab-
lösen der Klebeschichten der Lagen voneinander stattfinden, jedoch werden
5 die Lagen durch die gedehnten Verbinder weiter stabil zusammengehalten.
Hierdurch wird das Ausmaß der Ausbeulung des Schutzpanzers nach innen
und damit das Verletzungsrisiko stark verringert. Eine ausreichende Absorp-
tion der kinetischen Geschoßenergie findet dennoch statt, so dass das Projek-
til das Textillaminat nicht vollständig durchschlagen kann. Der Harz- oder
10 Klebstoffanteil im Textillaminat kann stark verringert werden, ohne dass eine
übermäßige Verformung auftritt, so dass sich ein Gewichtersparnis ergibt
und der Tragekomfort erhöht wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen ballistischen Schutz-
15 panzers ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 18.

Ein ballistischer Schutzhelm, dessen Helmschale durch einen erfindungsge-
mäßigen ballistischen Schutzpanzer gebildet wird, wird durch Anspruch 19 be-
ansprucht.

20 Ferner ist Anspruch 20 auf eine ballistische Schutzweste gerichtet, die Hart-
segmente oder Harteinschübe umfaßt, die jeweils durch einen erfindungsge-
mäßigen ballistischen Schutzpanzer gebildet werden.

25 Weitere Ausgestaltungen dieser Schutzweste ergeben sich aus den Ansprü-
chen 21 und 22.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand
der Zeichnung näher erläutert.

30 Fig. 1 zeigt einen seitlichen Teilschnitt durch einen ballistischen
Schutzhelm, dessen Helmschale durch einen erfindungsgemä-
ßen ballistischen Schutzpanzer gebildet wird;

35 Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt der Helmschalen-
Oberfläche des Helms aus Fig. 1;

- 1 Fig. 3 zeigt einen Teilschnitt durch eine Helmschale gemäß einer
 weiteren Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt der Helmschale
5 o aus Fig. 3;
- Fig. 5 zeigt die Helmschale gemäß Fig. 3 im verformten Zustand
 nach dem Einschlag eines Projektils; und
- 10 Fig. 6 zeigt einen Teilschnitt durch eine Helmschale gemäß einer
 dritten Ausführungsform der Erfindung.

Die in Fig. 1 dargestellte Helmschale 10 ist Bestandteil eines ballistischen
Schutzhelms, beispielsweise eines Helms für militärische Einsätze. Die dem
15 nicht dargestellten Kopf des Helmträgers zugewandte konkave Innenseite des
Schutzhelms befindet sich in der Figur unten, während der Einschlag eines
Projektils von der konvexen Außenseite her erfolgen kann. Der Begriff "Pro-
jektil" soll im folgenden alle möglichen ballistischen Geschosse umfassen,
also außer Schußwaffen-Projektilen im engeren Sinn auch Granat- oder Ge-
20 schoßsplitter oder dergleichen.

Weitere Einrichtungen im Inneren des Schutzhelms, wie etwa eine an der In-
nenseite der Helmschale 10 angebrachte korbformige Auskleidung, die einen
Abstand des Kopfes des Helmträgers zur Innenseite der Helmschale 10 ge-
25 währleistet und den Tragekomfort erhöht, sind in dieser und den folgenden
Figuren nicht dargestellt.

Fig. 1 zeigt die Helmschale 10 im unversehrten Zustand. Sie wird durch einen
ballistischen Schutzpanzer 12 gebildet, der ein Textillaminat 14 umfaßt, das
30 aus einer Anzahl miteinander laminierten textiler Lagen gebildet wird. Die La-
gen erstrecken sich, der Wölbung der Helmoberfläche folgend, parallel aufein-
anderliegend zwischen der Innen- und der Außenfläche der Helmschale 10,
d.h., die Schichtungsrichtung entspricht der Flächennormalen, die senkrecht
auf den Oberflächen der textilen Lagen steht. In Fig. 1 ist die Schichtungs-
35 richtung durch einen Pfeil Z bezeichnet, der der Normalen der Helm-Außen-
fläche an einem bestimmten Wölbungspunkt entspricht, während sich die
einzelnen textilen Lagen in den zur Schichtungsrichtung Z senkrechten X-

- 1 und Y-Richtungen innerhalb der Helmschale 10 erstrecken. Der Vollständigkeit halber ist die X-Richtung (in Fig. 1 nach rechts) ebenfalls durch einen Pfeil X gekennzeichnet.
- 5 Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die textilen Lagen nur in einem in der Figur rechten Bereich im Schnitt dargestellt. Tatsächlich erstrecken sich die Lagen durch die gesamte Helmschale 10. Im einzelnen handelt es sich bei der hier vorliegenden Ausführungsform um zehn Lagen 16 bis 34, die in der Z-Richtung aufeinandergeschichtet sind. In der Praxis ist es üblich, eine
- 10 noch größere Anzahl von Lagen zu verwenden; es liegt jedoch im Bereich der Möglichkeiten des Fachmanns, die Zahl der Lagen geeignet zu wählen. Jede der textilen Lagen 16,...,34 besteht aus einem Gewebe aus Aramid-, Polyethylen- oder Kohlefasern, also aus einem Kunststoff-Material mit hoher Zugfestigkeit in der Richtung X bzw. Y, in der sich die Lage erstreckt. Es ist ferner
- 15 möglich, die textilen Lagen aus Garnen zu weben oder durch andere textile Techniken herzustellen.

Die textilen Lagen 16,...,34 werden miteinander laminiert, indem sie mit einer Verbindungsmatrix verpreßt werden, die schichtweise zwischen den einzelnen

20 textilen Lagen angeordnet ist. Bei dieser Verbindungsmatrix handelt es sich beispielsweise um einen Kleber, ein Harz oder auch um eine verpreßbare Folie. Zur Herstellung des Textillaminats 14 werden somit textile Lagen 16,...,34 und Kleber- oder Harzschichten bzw. Folienschichten abwechselnd aufeinander gelegt und unter hohem Druck verpreßt, so dass das Textillaminat 14 als Verbund aus textilen Lagen und Verbindungsmatrix entsteht. Die

25 einzelnen Schichten der Verbindungsmatrix sind in Fig. 1 und den folgenden Figuren nicht näher dargestellt. Der Zusammenhalt dieses Lagenpakets 14, d.h., seine Widerstandsfähigkeit gegen Kräfte in Z-Richtung, die auf ein Ablösen der textilen Lagen 16,...,34 voneinander wirken, sowie das Gewicht der

30 Helmschale 10 lassen sich durch die Menge des Kleber- oder Harzauftrags bzw. der Dicke der verpreßbaren Folie zwischen den textilen Lagen bestimmen. Grundsätzlich gilt, dass die Festigkeit mit zunehmendem Gewichtsanteil der Verbindungsmatrix am Gesamtgewicht anwächst, so dass sich die Festigkeit beispielsweise durch erhöhten Harzauftrag erhöhen läßt. Hierdurch kann

35 beim Verpressen des Laminats der Effekt auftreten, dass das Material der Verbindungsmatrix zumindest teilweise in das Gewebe der textilen Lagen 16,...,34 eindringt und die Fasern der textilen Lagen in die Matrix eingebettet

1 werden. Die Möglichkeit der Fasern zur Dehnung in X- bzw. Y-Richtung wird
hierdurch jedoch stark eingeschränkt.

5 Erfindungsgemäß umfaßt der ballistische Schutzpanzer 12, der die Helm-
schale 10 bildet, eine Anzahl draht- oder fadenförmiger Verbinder 40, die sich
in der Schichtungsrichtung Z durch das Textillaminat 14 hindurch von der
inneren Oberfläche der Helmschale 10 bis zur äußeren Oberfläche erstrek-
ken, also durch alle textilen Lagen 16,...,34 hindurch. Diese Verbinder, die in
10 den Richtungen X,Y, in denen sich die textilen Lagen 16,...,34 erstrecken,
voneinander beabstandet sind, sorgen für einen zusätzlichen Halt der textilen
Lagen 16,...,34 aneinander. D.h., die Lagen 16,...,34 werden nicht aus-
schließlich durch die Klebekraft der Verbindungsmatrix, sondern zusätzlich
mechanisch durch die Verbinder 40 zusammengehalten. Dies sorgt für einen
15 erhöhten Zusammenhalt des Laminats 14 in der Schichtungsrichtung Z und
bietet im Fall des Aufpralls eines Projektils vorteilhafte Eigenschaften im Fall
der Delamination der inneren textilen Lagen, wie im folgenden noch näher er-
läutert werden soll.

Die Verbinder 40, von denen in Fig. 1 lediglich der linke Verbinder 40 mit ei-
20 ner Bezugsziffer versehen ist, können aus einem beliebigen geeigneten Mate-
rial bestehen, das die gewünschten Eigenschaften aufweist, also insbesondere
eine geeignete Zugfestigkeit und Elastizität. Beispielsweise kann für die Ver-
binder 40 ein Metall oder ein Kunststoffmaterial verwendet werden, und es
kann sich um flexible Verstärkungsfäden handeln, die aus einer einzelnen Fa-
25 ser oder auch aus einer Anzahl von Fasern gebildet werden, welche ferner zu
einem Garn gesponnen oder gedreht sein können. In Betracht kommen insbe-
sondere hochfeste Materialien wie etwa Aramid, Polyethylen oder Kohlefasern.
Obwohl dies in Fig. 1 nicht dargestellt ist, ist es denkbar, die einzelnen Ver-
binder 40 an ihren Enden an der Außen- und Innenseite der Helmschale 10
30 mit Verankerungseinrichtungen wie etwa Verdickungen oder dergleichen zu
versehen, die verhindern, dass bei einer Delamination des Textillaminats 14
die Verbinder 40 einfach aus dem Lagenpaket herausgezogen werden.

Damit die Verbinder 40 ihre erfindungsgemäße Funktion erfüllen können, ist
35 es nicht zwangsläufig notwendig, daß die Verbinder 40 sich exakt in der
Schichtungsrichtung Z bzw. -Z, also in Richtung der Flächennormalen der
textilen Lagen 16,...,34 am Durchstoßpunkt des Verbinders 40 erstrecken,

1 sondern es ist ausreichend, daß die Erstreckungsrichtung der Verbinder 40
eine Komponente aufweist, die der Schichtungsrichtung Z entspricht, so daß
die textilen Lagen 16,...,34 durchstoßen werden. Es ist also zulässig, mit der
Normalen einen bestimmten Winkel einzuschließen. Sind solche Abweichun-
5 gen aus konstruktiven Gründen erwünscht, so läßt sich eine geeignete Größe
des Abweichungswinkels vom Fachmann ohne größeren Aufwand durch Ver-
suche ermitteln.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die Helmschale 10 mit den eingesetzten Ver-
10 bindern 40. In dieser Figur ist also lediglich ein Ausschnitt der Oberfläche
der obersten textilen Lage 34 sichtbar, in der die äußersten Enden der draht-
oder fadenförmigen Verbinder 40 einliegen. Die Schichtungsrichtung Z weist
also in Fig. 2 aus der Zeichnungsebene heraus. Die Verbinder 40 sind in ei-
nem regelmäßigen quadratischen Raster angeordnet, d.h., die Verbinder 40
15 sind sowohl in der X- als auch in der Y-Richtung, entsprechend der Erstrek-
kungsrichtung der textilen Lage 34, um gleiche Abstände a voneinander be-
abstandet in Reihen angeordnet. Die Abstände a können frei gewählt werden,
um den Zusammenhalt des Textillaminats 14 und dessen Delaminationsver-
halten zu beeinflussen.

20 Fig. 3 zeigt einen seitlichen Teilschnitt durch eine weitere Helmschale 50, die
ebenfalls aus einem Textillaminat 14 aus einzelnen textilen Lagen 16,...,34
aufgebaut ist. Der Aufbau der einzelnen Lagen 16,...,34 aus einem hochfesten
Gewebe, ihre Schichtung in Z-Richtung und ihre Verbindung durch schicht-
25 weises Verpressen mit einer Verbindungsmatrix entsprechen der Helmschale
10 aus Fig. 1 und 2, so dass bezüglich des Aufbaus des Textillaminats 14 auf
die vorstehenden Beschreibungsteile verwiesen wird.

Erfindungsgemäß umfaßt die Helmschale 50 fadenförmige Verbinder, die hier
30 durch in der Schichtungsrichtung Z verlaufende Abschnitte 52 eines Verstär-
kungsfadens 54 gebildet werden, der als Endlosfaden zwischen der inneren
und der äußeren Oberfläche der Helmschale 50 mäandrierend in der Rich-
tung X durch das Textillaminat 14, also in der Richtung, in der sich die texti-
len Lagen 16,...,34 erstrecken, läuft. Auf der linken Seite in Fig. 3 beginnend,
35 erstreckt sich also zunächst ein in der Schichtungsrichtung Z verlaufender
Verstärkungsfaden-Abschnitt 52 von innen nach außen, an welchem sich ein
auf der äußeren Oberfläche der Helmschale 50 aufliegender Verbindungsab-

1 schnitt 56 des Verstärkungsfadens 54 anschließt. An diesen schließt sich
wiederum ein von außen nach innen (Gegenrichtung -Z) verlaufender Verstär-
kungs-faden-Abschnitt 52 an, gefolgt von einem auf der Helmschalen-Innen-
seite aufliegenden Verbindungsabschnitt 56. Diese Abfolge von Abschnitten
5 des Verstärkungsfadens 54 zwischen Innen- und Außenseite wiederholt sich
von hier an fortlaufend in der Erstreckungsrichtung X der textilen Lagen
16,...,34. Die einzelnen Verstärkungsfaden-Abschnitte 52, die die Verbinder
bilden, sind somit durch die Verbindungsabschnitte 56 zu einem Endlosfaden
verbunden, der eine Naht bildet, die das gesamte Textillaminat 14 bzw. die
10 Helmschale 50 durchlaufen kann. Der Verstärkungsfaden 54 kann straff ge-
spannt sein, so dass den einzelnen textilen Lagen 16,...,34 ein erhöhter Zu-
sammenhalt verliehen wird.

Es kann sich bei dem Verstärkungsfaden 54 um eine eine Textilfaser aus ei-
nem hochfesten Kunststoffmaterial wie etwa Aramid, Polyethylen oder Kohle-
15 faser handeln, und mehrere Fasern des Verstärkungsfadens 54 können zu ei-
nem Garn gesponnen oder gedreht sein. Grundsätzlich können für die Verbin-
der 40 aus der ersten Ausführungsform und für den Verstärkungsfaden 54
bzw. dessen als Verbinder wirkende Abschnitte 52 die gleichen Materialien
20 verwendet werden. Da im Fall des endlosen Verstärkungsfadens 54 jeweils ein
Umlenken des Fadenverlaufs auf den Innen- und Außenoberflächen der
Helmschale 50 stattfindet, ist eine gewisse Biegsamkeit und Flexibilität des
Fadenmaterials erforderlich.

25 Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt der äußersten textilen Lage
34 aus einer Perspektive entsprechend Fig. 2. Auf der Oberfläche der textilen
Lage 16 sind die aufliegenden Verbindungsabschnitte 56 des Verstärkungsfade-
dens 54 zu erkennen, während sich die Verstärkungsfaden-Abschnitte 52 in
und entgegen der Schichtungsrichtung (Richtungen Z und -Z) an den Enden
30 der Verbindungsabschnitte 56 in das Textillaminat 14 hinein und wieder her-
aus erstrecken. Die Nähte der Endlosfäden 54 verlaufen in Fig. 4 von links
nach rechts, und die Verbindungsabschnitte 56 weisen auf der Innen- und
Außenseite der Helmschale 50 die gleiche Länge auf. In der Richtung
senkrecht zur Verlaufsrichtung der Nähte sind die Endlosfäden 54 voneinan-
35 der beabstandet, und die Verbindungsabschnitte 56 einander benachbarter
Verbindungsfäden 54 sind in der Verlaufsrichtung der Nähte jeweils um die
Länge eines Verbindungsabschnitts 56 gegeneinander versetzt.

1 Es versteht sich, dass auch ein anderer Nahtverlauf gewählt werden kann,
beispielsweise durch Schlingenbildung innerhalb des Verlaufs des Verstär-
kungsfadens 54, wie später noch erläutert werden soll. Ferner ist es, ähnlich
wie bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform, nicht notwendig, dass
5 sich die Verstärkungsfaden-Abschnitte 52 genau in der Richtung der Flächen-
normalen erstrecken, sondern es werden Abweichungen von dieser Richtung
toleriert. Beispielsweise können aufeinander folgende Verstärkungsfaden-Ab-
schnitte 52 auf solche Weise gegeneinander geneigt sein, daß sich in der
senkrechten Schnittebene durch das Laminat 14 ein W- oder zickzackförmiger
10 Nahtverlauf ergibt.

In Fig. 5 ist das Funktionsprinzip des erfindungsgemäßen ballistischen
Schutzpanzers anhand des zweiten Ausführungsbeispiels aus den Fig. 3 und
4 erläutert. Im vorliegenden Fall wird angenommen, dass die Helmschale 50
15 mit einem Projektil 60 beschossen wird, das genau senkrecht auf die Helm-
schale 50 trifft, also in einer Beschußrichtung -Z. Beim Aufprall durchschlägt
das Projektil 60 eine Anzahl äußerer textiler Lagen, wobei die Fasern inner-
halb der textilen Lagen glatt abgesichert werden und ein annähernd zylindri-
scher Beschußkanal 62 entsteht. Hierbei verformt sich das Projektil 60 stark,
20 und seine kinetische Energie wird teilweise absorbiert, bis die Energie nicht
mehr dazu ausreicht, weitere Lagen zu durchschlagen. Dies führt dazu, dass
in den verbleibenden textilen Lagen an der Innenseite der Helmschale 50 eine
Verformung in Form einer Ausbeulung nach innen entsteht, da das Projektil
60 durch seine Restenergie die Fasern der nicht durchschlagenen textilen La-
25 gen dehnt. Das Projektil 60 verbleibt dann innerhalb einer Kaverne 64 zw-
ischen den äußeren und den inneren textilen Lagen. Diese Kaverne 64 ent-
steht dadurch, dass die äußeren durchschlagenen textilen Lagen ihre nach
außen gewölbte Form im Prinzip beibehalten, während durch die Verformung
der inneren Lagen ein Ablösungs- oder Delaminationseffekt entsteht, bei dem
30 sich die äußeren und inneren Lagenpakete im Umfeld des Beschußkanals 62
voneinander lösen.

In Fig. 5 werden die drei äußersten textilen Lagen 30,32,34 glatt durchschla-
gen, und in ihnen bildet sich der Beschußkanal 62, während die vier inner-
35 sten Lagen 16 bis 22 nach innen ausgebeult werden. Das Gewebe dieser tex-
tilen Lagen 16 bis 22 bleibt dabei intakt, es werden lediglich die Fasern des
Gewebes gedehnt, so dass die Ausbeulung zur Innenseite der Helmschale 50

1 gebildet wird. Zwischen den durchschlagenen Lagen 30,32,34 und den ver-
formten Lagen 16 bis 22, die auch als Fanglagen bezeichnet werden, verblei-
ben drei textile Lagen 24,26,28, die im unmittelbaren Umfeld des Beschußka-
nals 62 zerstört werden und hierdurch Energie absorbieren.

5

Beim Abreißen der Fanglagen 16 bis 22 wird der innere Zusammenhalt des
Textillaminats 14 durch die Verbindungsmatrix zerstört, und es besteht die
Gefahr, dass durch ein unkontrolliertes Abreißen der Schichten voneinander
eine sehr starke Ausbeulung entsteht, die Verletzungen des Helmträgers ver-
ursacht. Erfindungsgemäß wird dieser nachteilige Effekt durch den Verstär-
kungsfaden 54 verhindert. Die in der Schichtungsrichtung Z verlaufenden
Abschnitte 52 des Verstärkungsfadens 54 können die beim Einschlag auftre-
tenden Zugkräfte in der Z-Richtung aufnehmen, was zu einer Dehnung des
Verstärkungsfadens 54 an den Abschnitten 52 führt, so dass zusätzlich Ener-
gie absorbiert wird. Überschreiten die Kräfte einen bestimmten Wert, so
kommt es zu einem Abreißen des Verstärkungsfaden-Abschnitts 52. Da die
Kraft in seitlicher, also in X- und Y-Richtung in Bezug auf die Beschußrich-
tung abnimmt, tritt dieser Effekt des Abreißens nur im Umfeld des Beschuß-
kanals 62 auf, wie es in Fig. 5 auch dargestellt ist. In größerer Entfernung
vom Beschußkanal 62 nehmen die Zugkräfte ab und können von den Verstär-
kungsfaden-Abschnitten 52 noch aufgenommen werden, ohne dass ein Abrei-
ßen des Fadens 54 stattfindet. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Kle-
beschicht der Verbindungsmatrix zwischen den durchschlagenen Lagen
30,32,34 und den Fanglagen 16 bis 22 unkontrolliert aufreißt. Die Verstär-
kungsfaden-Abschnitte 52 an den Außenbereichen der Kaverne 64 begrenzen
den Delaminationseffekt zuverlässig. Die Aufnahme der Zugkräfte durch die
Verstärkungsfaden-Abschnitte 52 wird dadurch begünstigt, dass die äußeren
Enden der Abschnitte 52 in den äußeren textilen Lagen 30,32,34 verankert
sind, die ihre gewölbte Form beibehalten und somit eine hohe Stabilität ge-
genüber den durch die Verstärkungsfaden-Abschnitte 52 ausgeübten Zug-
kräften aufweisen. Durch diesen Verankerungseffekt in den äußeren Lagen
30,32,34 wird den Abschnitten 52 und somit dem nach innen verformten Be-
reich der inneren Fanglagen 16 bis 22 ein erhöhter Halt geboten.

35 Es versteht sich, dass die Wirkung der erfindungsgemäßen Verbinder in Fig.
5 nur beispielhaft anhand der Verstärkungsfaden-Abschnitte 52 dargestellt
ist und durch alle Arten von Verbindern im Sinne der vorliegenden Erfindung

1 gleichermaßen bewirkt wird, also insbesondere auch durch die Verbinder 40
gemäß der ersten Ausführungsform.

Die Energie-Absorption innerhalb des Textillaminats 14 läßt sich dadurch
5 vorteilhaft vergrößern, dass die äußeren Lagen 30,32,34, in denen der Be-
schußkanal 62 gebildet wird, sehr hart ausgebildet sind, im Vergleich zu den
darauf folgenden mittleren Lagen 24,26,28 die im Bereich der Kaverne 64
zerstört werden und hierdurch Energie aufnehmen können. Durch die große
Härte der äußeren Schichten 30,32,34 wird das Projektil 60 sehr stark ver-
10 formt und muß einen größeren Einschußkanal bilden, damit es tiefer in das
Textillaminat 14 eindringen kann. Die Härte der Fanglagen 16 bis 22 an der
Innenseite der Helmschale 50 ist hierbei vorteilhaft so zu wählen, dass sie
zwischen der Härte der äußeren Lagen 30,32,34 und derjenigen der weichen
mittleren Lagen 24,26,28 liegt, so dass eine gute Verformbarkeit gewährlei-
15 stet bleibt. Die Härten der unterschiedlichen Lagen 16,...,34 lassen sich
durch die Wahl des Gewebes beeinflussen, insbesondere jedoch ferner durch
den Harz- oder Klebstoffanteil der Verbindungsmatrix in den textilen Lagen
16,...,34.

20 Schließlich zeigt Fig. 6 eine Helmschale 70 ähnlich der Helmschale 50 aus
den Fig. 3 bis 5, bei welcher die Nähte der Verstärkungsfäden 54 einen ande-
ren Verlauf aufweisen. Auf den einander gegenüberliegenden Oberflächen des
Textillaminats 14 verlaufen Verstärkungsfäden 54 als Endlosfäden, von de-
nen jeder Endlosfaden eine Anzahl von in das Textillaminat 14 hinein ragen-
25 den Schlingen 72 umfaßt, die mit den Schlingen 72 eines auf der jeweils ge-
genüberliegenden Oberfläche des Textillaminats 14 verlaufenden Endlosfa-
dens verschlungen sind. Das heißt, die Schlingen 72 des auf der Außenseite
der Helmschale 70 aufliegenden Verstärkungsfadens 54 weisen durch einen
nicht näher dargestellten Kanal entgegen der Schichtungsrichtung Z in das
30 Textillaminat 14 hinein und greifen im Bereich der mittleren textilen Lagen in
die Schlingen 72 eines weiteren Endlosfadens 54 ein, der in gleicher Weise
auf der Helm-Innenseite verläuft. Jeweils zwei miteinander verschlungene
Schlingen 72 bilden somit einen erfindungsgemäßen Verbinder. Die Schlingen
72 können mehr oder weniger straff miteinander verspannt sein, so daß sich
35 die elastischen Eigenschaften der Verspannung einstellen lassen.

1 Ein ballistischer Schutzpanzer 12 der hier beschriebenen Art eignet sich
nicht nur für Helmschalen 10,50 ballistischer Schutzhelme, sondern auch für
andere Arten ballistischer Schutzkleidung, insbesondere für Schutzwesten,
die ihren Träger gegen Projektil- oder Splitterbeschuß schützen sollen. Da
5 solche Schutzwesten aus Gründen des Tragekomforts eine gewisse Flexibilität
aufweisen müssen, umfassen die bekannten Westen in der Regel Hartsegmen-
te oder Harteinschübe an besonders gefährdeten Stellen. Diese Hartsegmente
oder -einschübe können ebenfalls durch den erfindungsgemäßen balistischen
Schutzpanzer gebildet werden. Damit ein lückenloser Schutz gewährleistet
10 wird, ohne dass die Bewegungsfreiheit des Trägers der Weste eingeschränkt
wird, ist eine Anordnung vorteilhaft, bei der die Hartsegmente oder Hartein-
schübe einander überlappen, jedoch gegeneinander verschiebbar sind oder
ineinander greifen.

15

20

25

30

35

1

PATENTANSPRÜCHE

1. Ballistischer Schutzpanzer (12), insbesondere als Bestandteil ballistischer Schutzkleidung oder Kopfbedeckungen, umfassend ein Textillaminat (14) aus einer Anzahl miteinander laminierten textiler Lagen (16,...,34), **gekennzeichnet** durch eine Anzahl draht- oder fadenförmiger Verbinder (40,52), die sich in der Schichtungsrichtung (Z) der textilen Lagen (16,...,34) durch das Textillaminat (14) hindurch erstrecken.
2. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verbinder (40,52) mit Verankerungseinrichtungen zur Verankerung im Textillaminat (14) versehen sind.
3. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verbinder (40,52) elastisch sind.
4. Ballistischer Schutzpanzer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verbinder (40,52) aus Metall oder einem Kunststoffmaterial bestehen.
5. Ballistischer Schutzpanzer gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verbinder (52) als Verstärkungsfäden (54) ausgebildet sind, die jeweils aus einer einzelnen Faser oder aus einer Anzahl von Fasern gebildet werden.
6. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verstärkungsfäden (54) aus einem Garn bestehen, das aus einer Anzahl von Fasern gesponnen oder gedreht ist.
7. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 5 oder 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verstärkungsfäden (54) aus Aramid, Polyethylen oder Kohlefaser bestehen.
8. Ballistischer Schutzpanzer gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verstärkungsfäden (54) untereinander zu Endlosfäden verbunden sind, die das Textillaminat (14) mäandrierend durchlaufen.

1 9. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass auf den einander gegenüberliegenden Oberflächen des Textillaminats (14) Endlosfäden verlaufen, von denen jeder Endlosfaden eine Anzahl
5 Schlingen eines auf der jeweils gegenüberliegenden Oberfläche des Textillaminats (14) verlaufenden Endlosfadens verschlungen sind.

10. Ballistischer Schutzpanzer gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die textilen Lagen (16,...,34) durch Verpressen mit einer Verbindungsmatrix verbunden sind, die schichtweise zwischen den einzelnen textilen Lagen (16,...,34) angeordnet ist.

11. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Verbindungsmatrix aus einem Kleber, einem Harz oder einer
15 verpreßbaren Folie gebildet wird.

12. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 10 oder 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass die textilen Lagen (16,...,34) zumindest teilweise in die Verbindungsmatrix eingebettet sind.

20 13. Ballistischer Schutzpanzer gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die textilen Lagen (16,...,34) aus einem Kunststoffmaterial bestehen.

25 14. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 13, dadurch **gekennzeichnet**, dass die textilen Lagen (16,...,34) aus Aramid, Polyethylen oder Kohlefaser bestehen.

15. Ballistischer Schutzpanzer gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die textilen Lagen (16,...,34) durch Gewebe aus Fasern oder Garnen gebildet werden.

16. Ballistischer Schutzpanzer gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die textilen Lagen (16,...,34) unterschiedliche Härten aufweisen.

1 17. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, dass die unterschiedlichen Härten durch die Verwendung unterschiedlicher Gewebearten oder eines unterschiedlichen Harz- oder Klebstoffgehalts der textilen Lagen (16,...,34) erreicht werden.

5

18. Ballistischer Schutzpanzer gemäß Anspruch 16 oder 17, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Textillaminat (14), in Bezug auf die vorgesehene Beschußrichtung (-Z) von außen nach innen betrachtet, eine Schichtfolge umfaßt aus harten äußeren textilen Lagen (30,32,34), weichen textilen Lagen
10 (24,26,28), deren Härte geringer ist als diejenige der harten textilen Lagen (30,32,34), und mittelharten inneren textilen Lagen (16,18,20,22), deren Härte zwischen derjenigen der harten (30,32,34) und der weichen textilen Lagen (24,26,28) liegt.

15 19. Ballistischer Schutzhelm, dessen Helmschale (10,50,70) durch einen ballistischen Schutzpanzer (12) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche gebildet wird.

20 20. Ballistische Schutzweste, umfassend Hartsegmente oder Harteinschübe, die jeweils durch einen ballistischen Schutzpanzer (12) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15 gebildet werden.

21. Ballistische Schutzweste gemäß Anspruch 20, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Hartsegmente oder Harteinschübe überlappend angeordnet
25 sind.

22. Ballistische Schutzweste gemäß Anspruch 21, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Hartsegmente oder Harteinschübe gegeneinander verschiebbar an oder in der Schutzweste angeordnet sind.

30

35

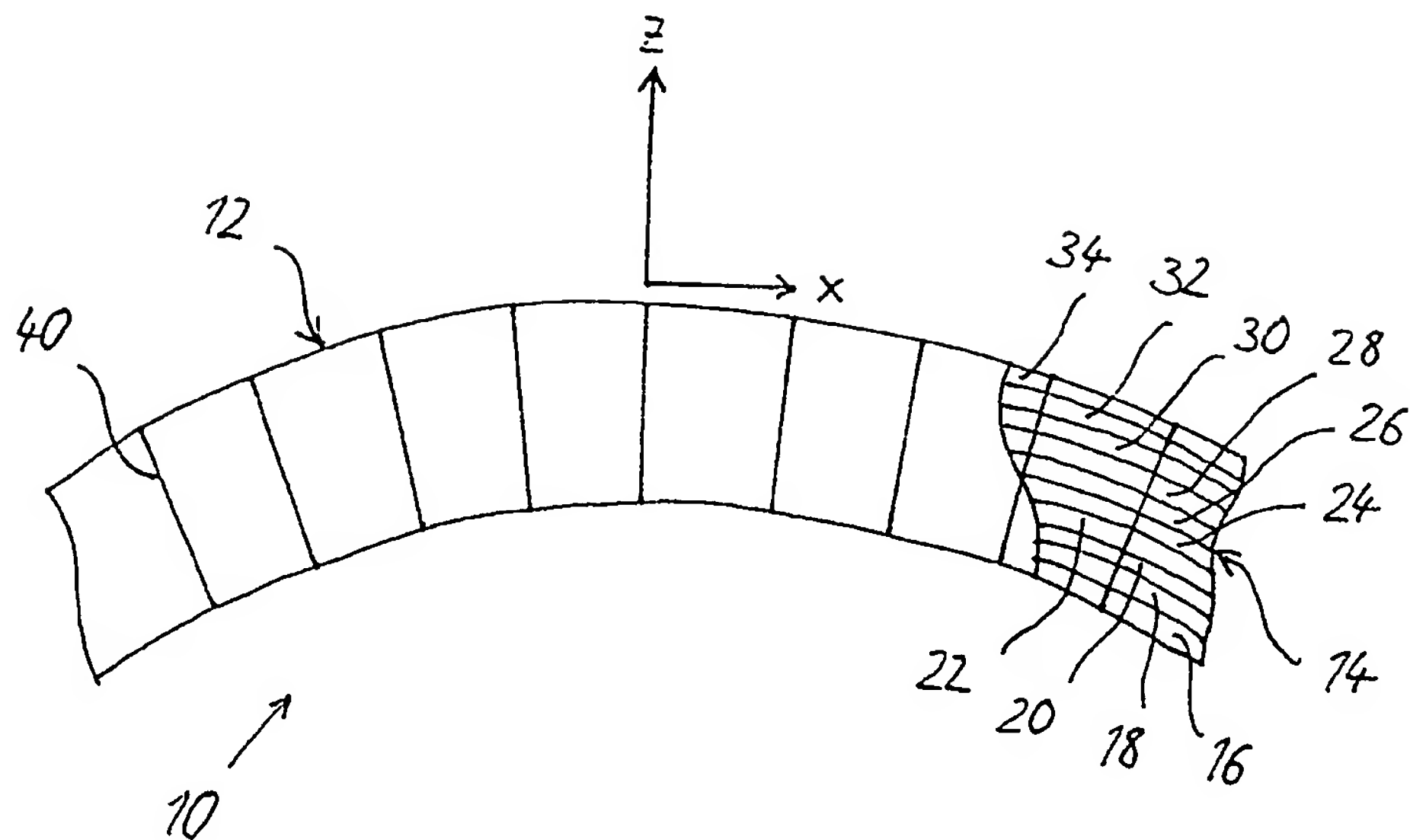


Fig. 1

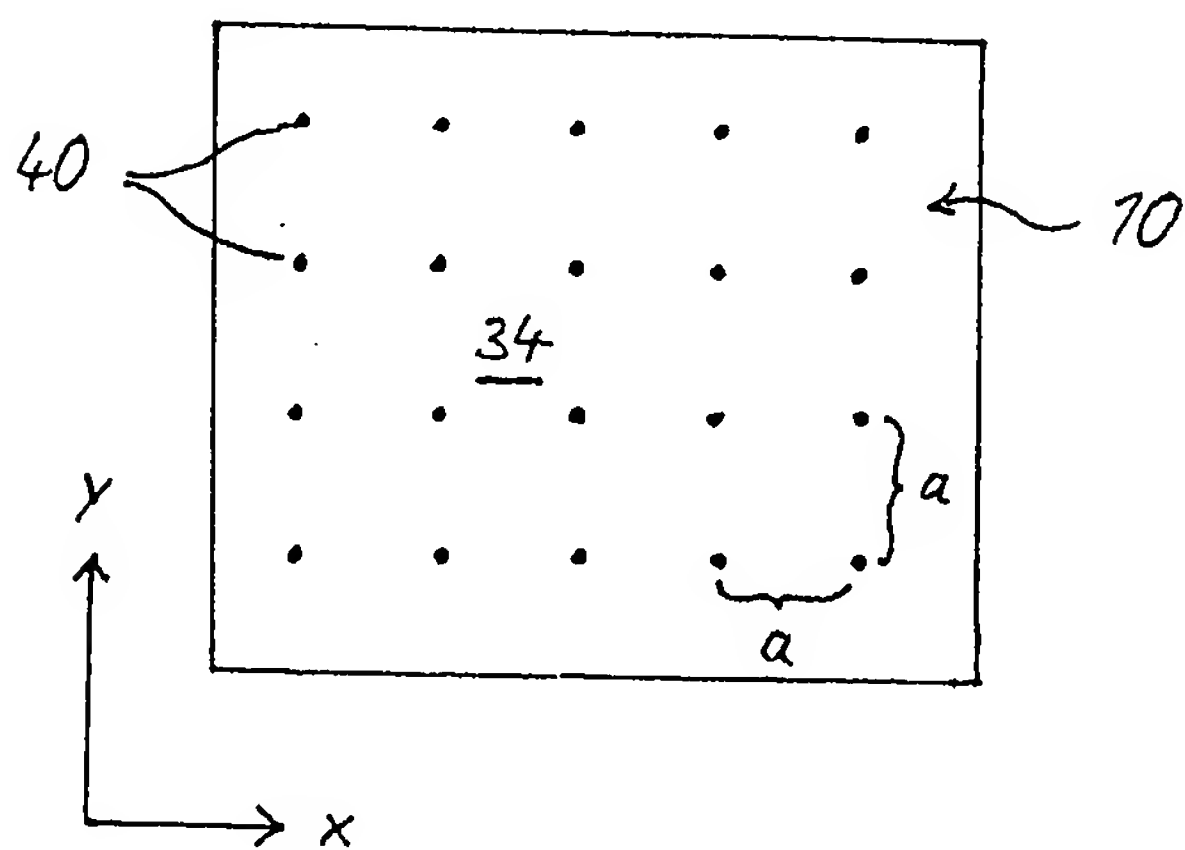


Fig. 2

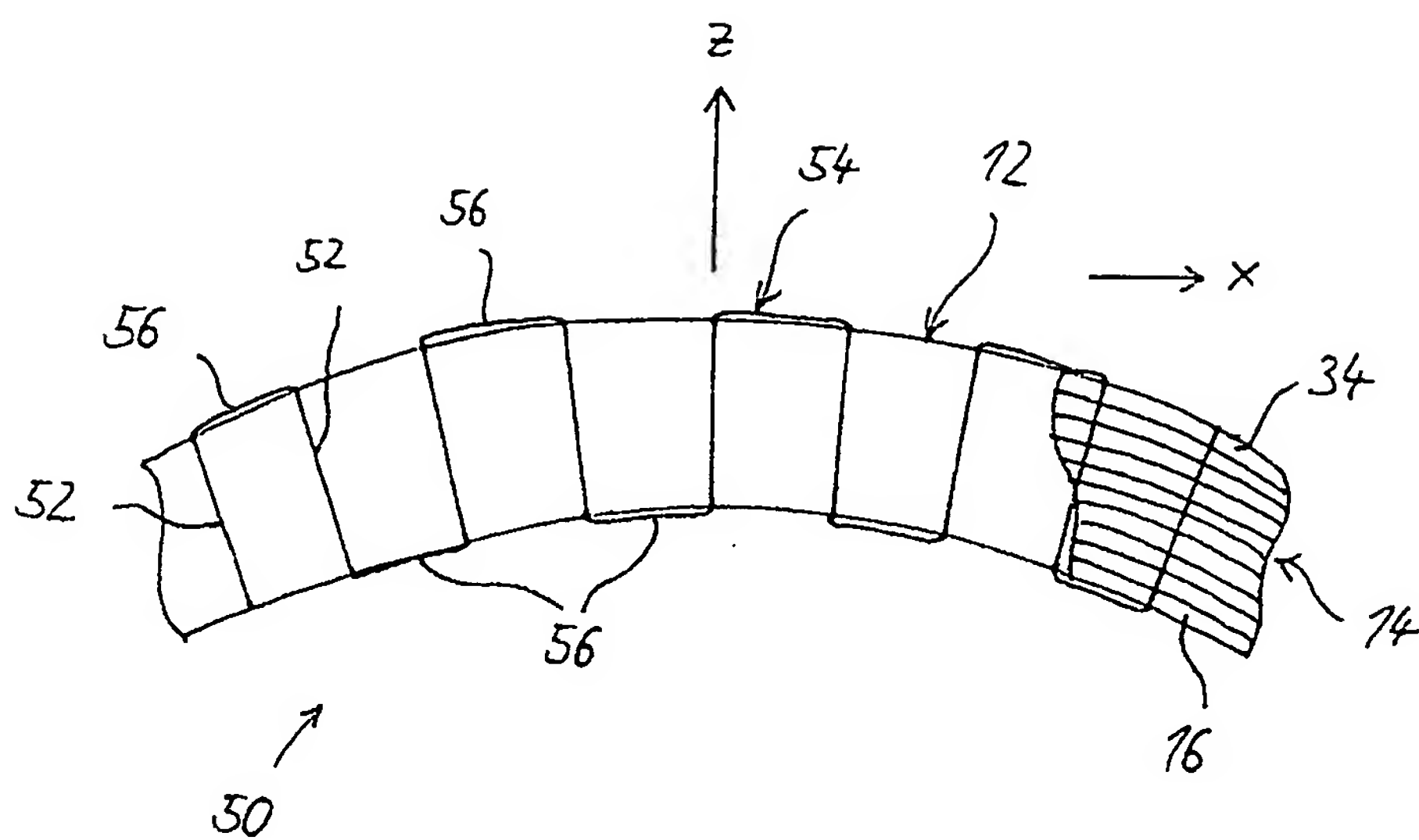


Fig. 3

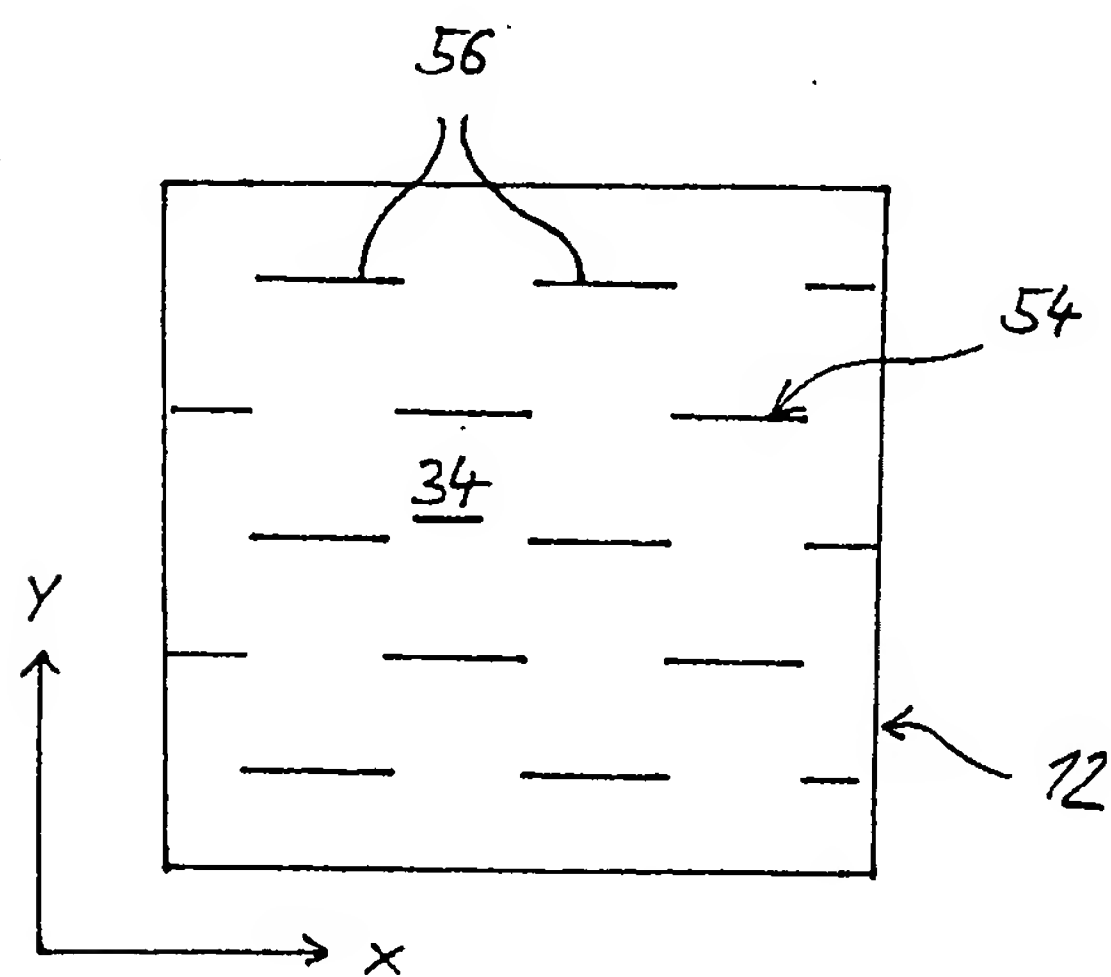


Fig. 4

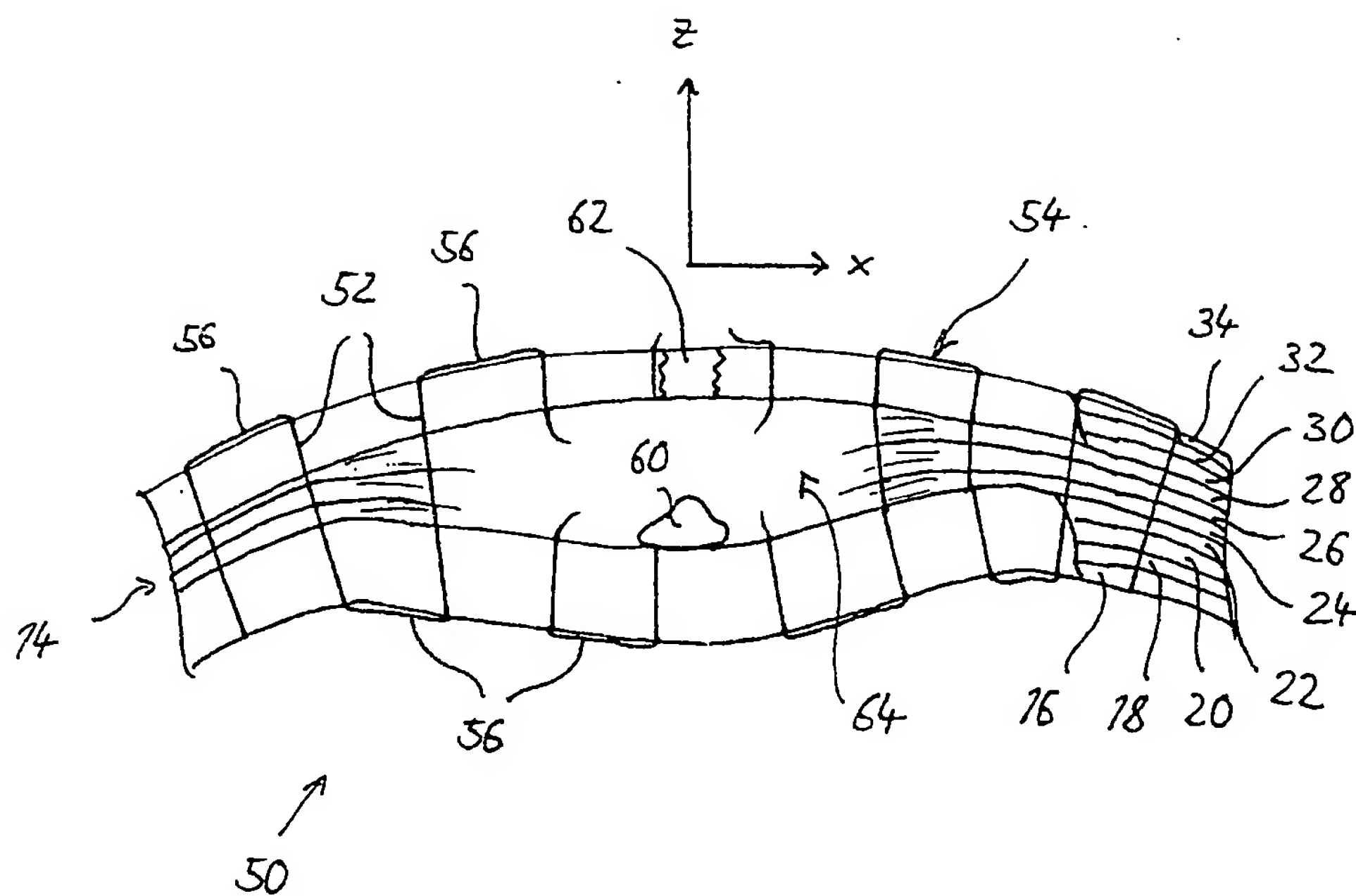


Fig. 5.

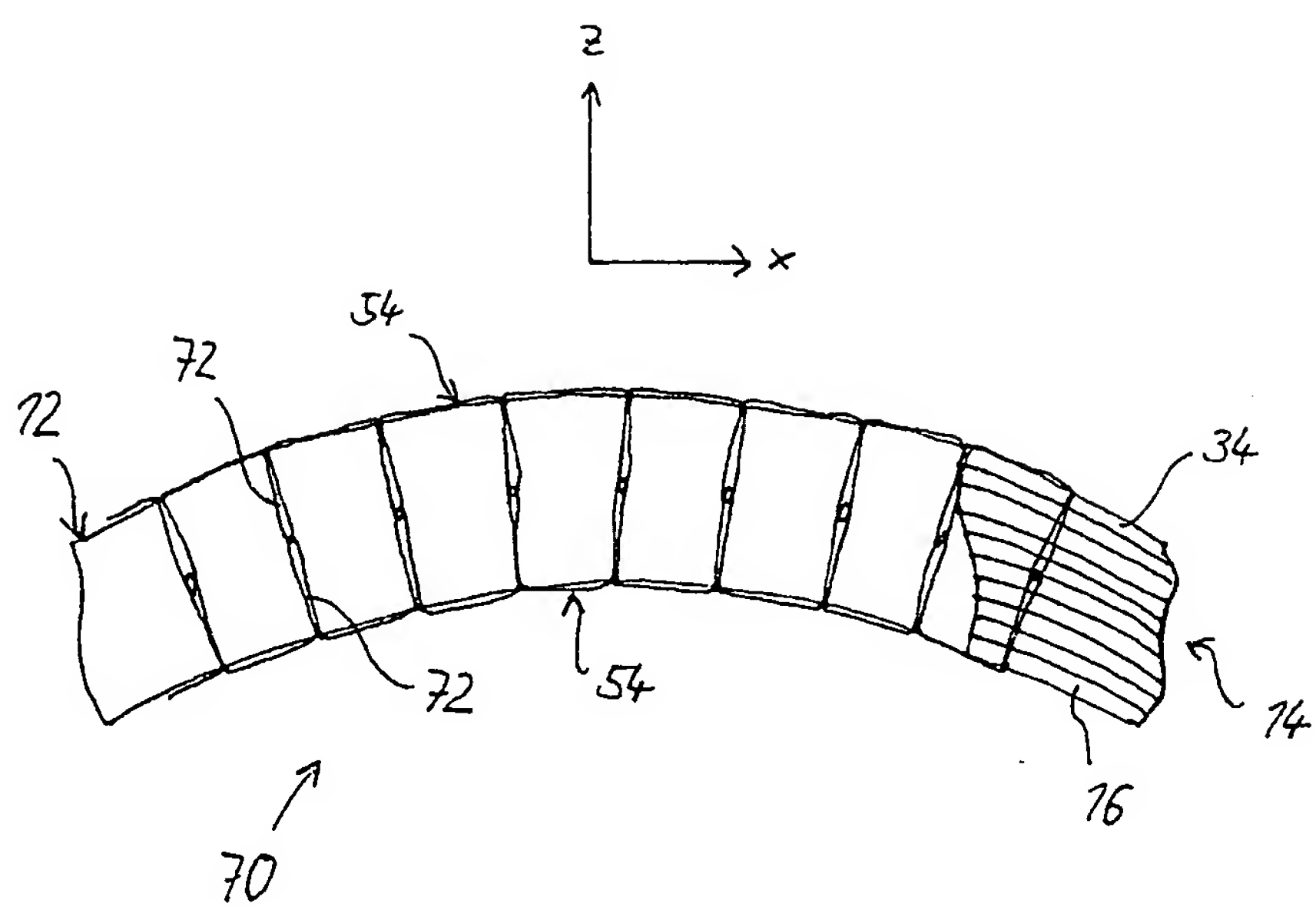


Fig. 6